

© 2004 Abdurrachman Baksir
Makalah Falsafah Sains (PPs 702)
Program Pasca Sarjana / S3
Institut Pertanian Bogor
November 2004

Posted: 27 November 2004

Dosen :
Prof Dr Ir Rudy C Tarumingkeng (Penanggung Jawab)
Prof. Dr. Ir. Zahrial Coto
Dr. Ir. Hardjanto, MS

HUBUNGAN ANTARA PRODUKTIVITAS PRIMER FITOPLANKTON DAN INTENSITAS CAHAYA DI WADUK CIRATA KABUPATEN CIANJUR JAWA BARAT

Oleh:

Abdurrachman Baksir
C261040071/SPL
E-mail : arbaksir@yahoo.com

ABSTRAK

Hubungan antara produktivitas primer dengan intensitas cahaya, pada lapisan 0-50cm produktivitas primer 124.33 – 179 mg C/m³/4jam diikuti dengan intensitas cahaya yang kuat berkisar antara 60.970 – 93.809 lux termasuk kisaran cahaya penghambat, pada kedalaman 50-100cm produktivitas primer mulai meningkat berkisar 179.17 – 234.03 mg C/m³/4jam, diikuti dengan intensitas cahaya yang mulai melemah dari 60.970 lux ke 30.301 lux berarti pada kolom ini bisa dikatakan batas antara cahaya penghambat dan optimum.

Pada kedalaman 100 – 150cm produktivitas primer mulai meningkat 234.03-289.58 mg C/m³/jam diikuti dengan makin melemahnya cahaya dari 30.301- 18.336 lux, termasuk dalam cahaya optimum, kedalaman berikutnya 150 – 200cm produktivitas primer meningkat 289,58 mg C/m³/4jam-316,67 mg C/m³/4jam, pada kolom air ini intensitas cahaya melemah dari 18.336 ke 8.785 lux dalam batas cahaya optimum, pada kedalaman 200 – 250cm intensitas cahaya makin melemah dari 8.785 lux ke 1.317 lux (batas cahaya optimum dan cahaya pembatas) sehingga produktivitas primer pada kolom air menurun 316.07 mg C/m³/4jam – 178,47 mg C/m³/4jam.

PENDAHULUAN

Pembangunan suatu waduk selain merupakan suatu usaha untuk menjamin kelestraian air, juga dimaksudkan untuk memanfaatkan sumberdaya perairan secara optimal. Menurut Suwignyo (1996), waduk bukan saja sebagai tempat untuk menampung air, tetapi juga merupakan suatu ekosistem perairan tawar produktif ; yang produktivitasnya didominasi oleh fitoplankton.

Pada umumnya faktor pemanfaatan suatu perairan antara lain ditentukan oleh tingkat kesuburan perairan, yang dapat diukur dengan kelimpahan produsen primer yang terdapat di perairan tersebut. Keberadaan produsen primer (fitoplankton) di dalam ekosistem perairan terutama (perairan waduk) adalah sangat penting, karena dapat menunjang kelangsungan hidup organisme air lainnya: fitoplankton dapat mengubah zat-zat anorganik menjadi organik dengan bantuan cahaya matahari melalui proses fotosintesis (yang hasilnya disebut produksi primer) dan juga sebagai pemasok oksigen.

Produktivitas primer fitoplankton ini merupakan salah satu dari sebagian besar sumber penting dalam pembentukan energi di perairan. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi primer (laju fotosintesis) antara lain : cahaya matahari, suhu, nutrient, serta struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton yang mampu beradaptasi di ekosistem perairan (habitatnya).

Sebagai produsen primer fitoplankton di perairan memerlukan cahaya untuk proses fotosintesisnya. Karena itu, intensitas cahaya matahari dalam air sangat menentukan nilai produktivitas primer perairan. Perlu diketahui, bahwa intensitas cahaya yang masuk ke perairan akan mengalami reduksi dengan bertambahnya kedalaman. Dilihat dari fisiologi fitoplankton, spektrum cahaya yang terpenting menunjang proses fotosintesis adalah cahaya yang mempunyai panjang gelombang 400 – 700 nm atau lazim dikenal dengan PAR (*Photosynthetically Active Radiation*) (Wetzel 1983)

Besarnya energi cahaya pada berbagai kedalaman adalah yang menyebabkan perubahan komposisi fitoplankton. Kolom air yang masih dapat dicapai cahaya matahari disebut daerah fotik, lapisan bawah dari zona fotik disebut zona disfotik dimana pada zona ini intensitas cahaya sangat rendah. Dibawah zona disfotik disebut zona afotik (dimana tidak terjadi fotosintesis), yang tidak ada cahaya sama sekali.

Radiasi matahari sangat penting untuk metabolisme kehidupan di ekosistem perairan. Hampir seluruh energi yang menggerakkan dan mengontrol metabolisme di perairan berasal dari energi cahaya matahari. Energi matahari yang masuk ke dalam perairan akan ditransformasikan menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis untuk produktivitas di ekosistem. Proses pemanfaatan energi matahari dalam meningkatkan produktivitas primer di perairan terjadi melalui proses perubahan energi menjadi energi organik yang berlangsung dalam tubuh fitoplankton, dan pemindahan energi melalui pemangsaan hewani pada tingkat trofik yang di atasnya.

Berbagai manfaat dan keperluan intensitas cahaya merupakan faktor pembatas utama terhadap distribusi vertikal fitoplankton di perairan, karena itu untuk hidup mereka harus menetap di daerah bagian atas perairan (zona fotik), dimana energi cahaya matahari masih menjangkau dan serasi untuk proses fotosintesis (Basmi 1995). Peranan cahaya matahari bagi kehidupan organisme sudah lama diketahui terutama intensitasnya yang merupakan salah satu faktor penentu produktivitas perairan.

INTENSITAS CAHAYA PADA PERMUKAAN AIR

Intensitas cahaya pada permukaan perairan selama penelitian pukul 10.00 – 14.00 WIB berkisar dari 27.000 -280.000 lux dengan rata-rata berkisar 70.102 – 106.755. Intensitas cahaya memperlihatkan fluktuasi antar hari dan menit pengamatan. Intensitas cahaya terendah sebesar 27.000 lux,

Menit, jam maupun periode pengukuran – intensitas cahaya untuk masing-masing tempat tidak sampai sehingga intensitas cahaya yang diterima dipermukaan air pada masing-masing tempat mengalami perbedaan, juga diperkirakan akibat terjadinya pergeseran kedudukan matahari pada garis lintang dan kondisi perawanan.

INTENSITAS CAHAYA PADA LAPISAN AIR

Pengukuran intensitas cahaya pada lapisan-lapisan air 0 cm, 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, dan 250 cm dalam penelitian ini, dilakukan setelah diketahui intensitas cahaya tinggal 1 % dari cahaya permukaan. Keadaan intensitas cahaya pada lapisan-lapisan air selama penelitian dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Intensitas Cahaya matahari dan Koefisien Peredupan

Kedalaman (cm)	Intensitas Cahaya		Koefisien Peredupan (per 50 cm)
	(lux)	(%)	
0	93.809	100	
			0,4309
50	60.970	64,99	
			0,6992
100	30.301	32,30	
			0,5023
150	18.336	19,55	
			0,7364
200	8.780	9,36	
			1,9024
250	1.310	1,40	
			0,3365
310	0	0	

Pada kedalaman 50 cm terlihat intensitas cahaya yang sampai pada kedalaman ini 64,99 % dari intensitas cahaya permukaan, pada kedalaman 100 cm intensitas cahaya yang sampai pada kedalaman ini 32,30 %, kedalaman 150 cm intensitas cahaya yang sampai pada kedalaman ini 19,55 %, sedangkan pada kedalaman 200 cm intensitas cahaya 9,36 cm, kedalaman 250 cm intensitas cahaya tinggal 1,40 % dari intensitas cahaya permukaan, kedalaman 310 intensitas cahaya 0 % dari intensitas cahaya permukaan

Dari nilai koefisien peredupan per 50 cm terlihat pada kedalaman 0 – 50 cm (0,4309) lebih kecil dibandingkan pada kedalaman 50 – 100 cm sebesar 0,6992, berikutnya kedalaman 100 – 150 cm sebesar 0,5023 lebih kecil dibandingkan kedalaman 150- 200cm sebesar 0,7364. Kedalaman berikutnya memperlihatkan peningkatan koefisien peredupan, untuk kedalaman 200 – 250 cm sebesar 1,9024 (intensitas cahaya = 1%). Penyebabnya dapat dipastikan adalah partikel anorganik, dan organik/detritus tersuspensi.

KOMPOSISI JENIS FITOPLANKTON

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di perairan waduk cirata ternyata ditemukan 23 genera (baca jenis) dari 4 kelas fitoplankton yang meliputi 10 jenis *Chlorophyceae*, 5 jenis *Cyanophyceae*, 5 jenis *Bacillariophyceae*, dan 3 jenis *Dinophyceae* (tabel 2). Hal ini yang sama dilaporkan oleh Sukimin (1990) menyatakan bahwa fitoplankton yang ditemukan di perairan waduk Cirata sebanyak 39 genera, yang terdiri dari 5 kelas yaitu *Chlorophyceae*, *Dinophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae*, serta *Euglenophyceae* dan jenis-jenis yang dominan adalah *Microcystis* (*Cyanophyceae*), dan *Synedra* (*Bacillariophyceae*).

Dilihat dari sebaran jenis antar kedalaman air diketahui bahwa jenis yang tersebar pada tiap-tiap kolom air yaitu : *Ankistrodesmus*, *Coelastrum*, *Scenedesmus*, *Cosmarium*, *Straurastrum*, *Oedogonium*, *Tetradesmus*, *Pediastrum*, *Oocystis*, *Spirogyra*, *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Spirulina*, *Coelosphaerium*, *Nitzchia*, *Synedra*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Diatoma*, *Gymnodinium*, *Peridinium*, dan *Ceratium*.

Tabel 2. Jumlah Jenis Fitoplankton Setiap Kelas Selama Pengamatan

Kelas Fitoplankton	Kedalaman (cm)					
	0	50	100	150	200	250
<i>Chlorophyceae</i>	10	9	10	9	10	10
<i>Cyanophyceae</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Bacillariophyceae</i>	4	4	4	4	4	5
<i>Dinophyceae</i>	3	3	3	3	3	3

Sedangkan persentase jenis-jenis fitoplankton selama pengamatan tabel 3

Tabel 3. Persentase Jenis-jenis Fitoplankton Selama Pengamatan

Jenis Fitoplankton	Kedalaman (cm)					
	0	50	100	150	200	250
<i>Chlorophyceae</i>	23	23	27	42	38	44
<i>Ankistrodesmus</i>	7	2	3	11	9	7
<i>Coelastrum</i>	2	1	3	4	5	11
<i>Scenedesmus</i>	4	5	6	9	6	8
<i>Cosmarium</i>	1	1	1	2	2	5
<i>Straurastrum</i>	1	1	4	4	4	3
<i>Oedogonium</i>	1	2	1	2	2	1
<i>Tetradesmus</i>	4	5	2	6	5	6

<i>Pediastrum</i>	1	2	3	3	2	1
<i>Oocystis</i>	1	4	3	1	2	1
<i>Spirogyra</i>	1	0	1	0	1	1
<i>Cyanophyceae</i>	55	61	58	42	46	33
<i>Oscillatoria</i>	4	7	7	4	4	5
<i>Microcystis</i>	39	44	39	25	27	15
<i>Aphanizomenon</i>	7	3	6	6	6	8
<i>Spirulina</i>	4	5	4	4	7	4
<i>Coelosphaerium</i>	1	2	2	3	2	0
<i>Bacillariophyceae</i>	10	10	8	10	9	12
<i>Nitzschia</i>	1	0	0	0	2	1
<i>Synedra</i>	1	1	2	2	4	1
<i>Cocconeis</i>	4	4	4	5	3	6
<i>Navicula</i>	4	3	1	2	3	2
<i>Diatoma</i>	0	1	2	2	2	2
<i>Dinophyceae</i>	12	6	7	6	7	11
<i>Gymnodinium</i>	5	3	3	2	3	3
<i>Peridinium</i>	6	2	2	3	3	6
<i>Ceratium</i>	1	1	1	1	1	2

Mencermati jenis setiap kelas fitoplankton pada tiap-tiap kedalaman selama penelitian, disajikan pada table 3, terlihat kelas Chlorophyceae dan Cyanophyceae mendominasi semua kolom air, sedangkan kelas Bacillariophyceae dan Dinophyceae berfluktuasi pada setiap kolom air.

Berdasarkan kemampuan fitoplankton dalam memanfaatkan cahaya, maka fitoplankton dibagi menjadi 2 kelompok yaitu : fitoplankton tipe terang dan fitoplankton tipe teduh. Fitoplankton tipe terang pada umumnya hidup dilapisan atas atau di bawah permukaan dan dalam melakukan proses fotosintesis secara efektif memerlukan cahaya tinggi. Fitoplankton tipe teduh pada umumnya hidup di bawah atau di dasar perairan dan dalam melakukan proses fotosintesis secara efektif memerlukan cahaya rendah.

Jenis-jenis dari kelas Cyanophyceae pada umumnya banyak ditemukan di lapisan atas atau di bawah permukaan (Sellers dan Markland, 1987). Sehingga jenis-jenis ini termasuk fitoplankton tipe terang.

Jenis-jenis dari kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae pada umumnya banyak ditemukan dan atau terakumulasi di lapisan termoklin (Wetzel, 1983) dan jenis-jenis dari phylum Bacillariophyceae banyak ditemukan di dasar perairan yang masih ada sinar (Belcher dan Swale 1976), sehingga jenis-jenis ini termasuk fitoplankton tipe teduh.

Walaupun demikian, hampir semua fitoplankton dapat menyebar pada lapisan eufotik (Wetzel, 1983), sehingga jenis-jenis fitoplankton tipe teduh pada kondisi dan waktu tertentu dapat muncul dipermukaan, demikian juga sebaliknya jenis-jenis fitoplankton tipe terang bisa berada di bawah.

PRODUKTIVITAS PRIMER FITOPLANKTON

Produktivitas fitoplankton pada kedalaman air 0 cm sampai 250 cm di perairan waduk cirata selama penelitian, disajikan pada tabel 4

Tabel 4. Produktivitas Primer ($\text{mg C} / \text{m}^3 / 4 \text{ jam}$) fitoplankton pada kolom air

Kedalaman (cm)	Produktivitas Primer Kotor	Produktivitas Primer Bersih
0	124,33	63,89
50	179,17	112,5
100	234,03	160,42
150	289,58	222,22
200	316,66	239,58
250	178,47	104,86

Produktivitas tertinggi pada kedalaman 200 cm yaitu 316,66 dan 239,58 $\text{mg C}/\text{m}^3/4 \text{ jam}$, dan menurun pada kedalaman 250 cm sebesar 178,47 dan 104,86 $\text{mg C}/\text{m}^3/4 \text{ jam}$. Nilai dari masing-masing produktivitas primer menunjukkan produktivitas primer kotor lebih besar dari produktivitas primer bersih; seperti dinyatakan oleh Payne (1986) bahwa produktivitas primer kotor merupakan penjumlahan dari produktivitas primer bersih ditambah dengan hasil respirasi fitoplankton.

Hal diatas menunjukkan bahwa pada umumnya pada setiap kedalaman yang berbeda nilai produktivitas juga berbeda. Hal ini diduga disebabkan karena adanya pengaruh intensitas sinar matahari yang diterima perairan. Besar intensitas sinar matahari akan menurun dengan bertambahnya kedalaman yang akan menurunkan pula aktivitas fotosintesis tanaman berklorofil, sehingga nilai produktivitas perairan juga akan menurun.

Dengan demikian produktivitas pada lapisan permukaan akan lebih besar daripada lapisan dibawahnya akan tetapi, menurut Welch dan Lindell (1980), Wetzel (1983) dan

Odum (1993), intensitas sinar matahari yang besar dapat terjadi pada permukaan perairan, sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan laju fotosintesis fitoplankton. Apabila hal ini terjadi, maka nilai produktivitas pada lapisan permukaan di perairan waduk Cirata lebih kecil daripada lapisan di bawahnya

PARAMETER FISIKA - KIMIA

Berdasarkan hasil pengukuran suhu di perairan Cirata berkisar antara $27^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ dengan kisaran rata-rata $28,3^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$. Penurunan suhu secara vertikal dari permukaan sampai pada kedalaman 250 cm terlihat relatif kecil yaitu berkisar 1°C vertikal

Hal ini menunjukkan bahwa sampai pada kedalaman 250 cm perairan tersebut mengalami stratifikasi, tetapi tidak terjadi termoklin. Secara keseluruhan suhu perairan masih cukup layak untuk menunjang kehidupan biota air

Derajat keasaman (pH) perairan cenderung turun dengan bertambahnya kedalaman. Kisaran pH selama pengamatan (7,3 – 7,8) dengan kisaran rata-rata 6,8 -7 termasuk pH netral. Dari nilai derajat keasaman kondisi perairan waduk Cirata masih baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Boyd (1981) yang menyatakan kebanyakan perairan alami memiliki pH antara 5 – 10 dengan frekwensi terbesar antara 6,5 – 9,0

Ortofosfat secara rata-rata berkisar 0,039 – 0,072 mg/l, ammonia secara rata-rata berkisar 0,066 – 0,086 mg/l dan nitrat berkisar antara 0,3125 – 0,321 mg/l. Sellers dan Markland (1987) mengemukakan bahwa secara umum konsentrasi kritis fosfor dan nitrogen (mengandung fosfor total, ortofosfat, nitrogen total dan nitrogen anorganik terlarut) yang menyebabkan *blooming* di perairan adalah fosfor 0,01 mg/l dan nitrogen 0,3 mg/l.

HUBUNGAN ANTARA PRODUKTIVITAS PRIMER FITOPLANKTON DENGAN INTENSITAS CAHAYA

Hasil analisis regresi menunjukkan hubungan yang erat antara produktivitas primer (Y) dengan intensitas cahaya (x), dengan koefisien korelasi sebesar 76%. Untuk persamaan regresinya sebagai berikut :

$$Y = 245,086 + 9,27 X 10^{-4} X - 2,50 X 10^{-8} X^2$$

Hubungan antara produktivitas primer dengan intensitas cahaya, koefisien korelasinya positif ($r+$), menunjukkan bahwa produktivitas primer fitoplankton tergantung pada intensitas cahaya tapi dalam bentuk kuadratik.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa fotosintesis yang cukup besar dapat menkompensasi respirasi (Produktivitas $>$ Respirasi), dan terjadi mulai dari lapisan permukaan air sampai pada kedalaman intensitas cahaya kurang lebih tinggal 1% dari yang jatuh di permukaan, lapisan setebal ini dikenal zona eufotik dan batas terbawah zona ini mempunyai laju fotosintesis tepat sama dengan respirasi ($P = R$) disebut kedalaman kompensasi (Steeman – Nielsen dalam Nontji 1984).

Hubungan antara produktivitas primer dengan intensitas cahaya pada tiap kedalaman, dapat dikatakan pada lapisan permukaan 0 – 50 cm produktivitas primer adalah kecil $124,33 - 179,17 \text{ mg K} / \text{m}^3 / 4\text{jam}$ diikuti dengan intensitas cahaya yang kuat berkisar antara $60.970 - 93.809 \text{ lux}$ termasuk kisaran cahaya penghambat, seperti pembagian cahaya oleh Talling dalam Welch dan Lindell (1980) bahwa cahaya dibagi tiga bagian yaitu cahaya penghambat, cahaya optimum dan cahaya pembatas. Selanjutnya dijelaskan cahaya penghambat pada intensitas cahaya berkisar antara 24.500 dan 37.800 lux .

Intensitas cahaya yang kuat ini menyebabkan suhu perairan berkisar antara $29^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Nutrient pada permukaan 0 cm tinggi $0,327$ dan menurun pada kedalaman 50 cm yaitu $0,300$. Hal ini diduga nutrient di permukaan tinggi karena pemasukan dari berbagai anak sungai wilayah disekitarnya seperti pertanian, pemukiman, dan industri. Unsur ini sebagian larut dalam air dan efektif bagi pertumbuhan fitoplankton. Fogg (1980) menyatakan bahwa walaupun nutrient di permukaan tinggi namun kelimpahan fitoplankton tidak melimpah diduga karena intensitas cahaya yang kuat merupakan penghambat (*photoinhibition*) bagi laju fotosintesis (Fogg, 1980).

Effisiensi Energi oleh Fitoplankton dalam Memanfaatkan Cahaya Matahari

Proses pemanfaatan energi cahaya matahari dalam meningkatkan produksi biomassa perairan, terjadi melalui proses perubahan energi cahaya menjadi energi organik yang berlangsung dalam tubuh fitoplankton, dan transfer energi melalui pemangsaan ke biomassa hewani pada tingkat *trophic level* di atasnya.

Sehubungan dengan ini dilakukan perhitungan efisiensi energi oleh fitoplankton dalam memanfaatkan cahaya (Tabel 5)

Tabel 5. Efisiensi energi oleh fitoplankton dalam memanfaatkan Cahaya

No	Kedalaman (cm)	Produktivitas Primer Kotor (mg K / m ³ / 4 jam)	Prod Primer Kotor (kcal / m ³)	Intensitas Cahaya (lux)	Intensitas cahaya (kcal / m ³)	Efisiensi en. Fitoplankton (%)
1	0	124,33	1,2433	4645666,67	2648,03	0,05
2	50	179,17	1,7917	3019218,77	1720,95	0,10
3	100	234,03	2,3403	1500550,33	855,31	0,27
4	150	289,58	2,8958	908227,83	517,69	0,56
5	200	316,67	3,1667	434834,40	247,86	1,28
6	250	178,47	1,7847	65039,33	37,07	4,8

Pada tabel 5 dapat dikatakan makin dalam perairan efisiensi energi cahaya yang dimanfaatkan oleh fitoplankton semakin besar, diduga berkaitan dengan kelimpahan fitoplankton pada tiap-tiap lapisan air.

Menurut Tilzer dkk (1975) efisiensi energi bergantung pada eksistensi fitoplankton di perairan. Hal ini jelas keberadaannya berhubungan dengan intensitas cahaya tiap-tiap kedalaman. Intensitas cahaya yang masuk ke perairan semakindalam, maka intensitas cahayanya akan semakin berkurang, sehingga fitoplankton mempunyai toleransi dalam memanfaatkan cahaya ada yang bias tahan terhadap cahaya kuat dan ada pula yang menyukai cahaya lemah.

Mencermati hal-hal di atas keberadaan fitoplankton pada tiap kedalaman terutama pada kedalaman yang termasuk cahaya optimum, kelimpahan fitoplankton lebih tinggi, perbandingan kelimpahan fitoplankton pada masing-masing kedalaman, sehingga cahaya yang dimanfaatkan oleh fitoplankton juga besar ini bisa dilihat pada tabel di atas dengan semakin dengan semakin bertambahnya kedalaman efisiensi cahaya yang dimanfaatkan oleh fitoplankton semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada kedalaman 200 cm efisiensi pemanfaatan energi oleh fitoplankton sebesar 1,28 % sedangkan pada kedalaman 250 cm walaupun kelimpahan fitoplankton sedikit, akan tetapi cahaya pada lapisan ini juga sedikit, sehingga fitoplankton dalam memanfaatkan energi semakin banyak yaitu sebesar 4,8 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Lapisan 0 -5 cm intensitas cahaya sebesar 60.970 – 93.809 lux termasuk cahaya penghambat produktivitas primer 63,89 – 112,50 mg C/m³/4jam, kedalaman 100 – 200 cm intensitas cahaya sebesar 8.780 – 30.301 lux termasuk kisaran cahaya optimum produktivitas 160,42 – 239,58 mg C/m³/4jam, sedangkan kedalaman 250 cm intensitas cahaya sebesar 1.310 lux termasuk cahaya pembatas yang menghasilkan produktivitas sebesar 104,86 mg C/m³/4jam. Efisiensi energi cahaya yang dimanfaatkan oleh fitoplankton pada masing-masing kedalaman berbeda-beda, makin dalam perairan efisiensi pemanfaatan energi cahaya oleh fitoplankton semakin tinggi.

Saran

Penelitian lanjutan dengan melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari dengan masing-masing spektrum cahaya, agar diketahui penetrasinya pada tiap lapisan air, kemungkinan fitoplankton jenis-jenis menyenangi spectrum warna tertentu, yang menyebabkan produktivitasnya pada tiap-tiap kedalaman juga berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Basmi, J. 1995., Planktonologi. Produksi Primer. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Belcher, H and E. Swale. 1976., Freshwater Algae. Institute of Terrestrial Ecology. Natural Environmental Research Council. London
- Fogg, C.E. 1980. Phytoplankton Primary Production in R.S.K Barnes and K.H Mann ed Fundamental of Aquatic Ecosystems. Blackwell Scientific Publication, Oxford
- Nontji, A. 1984., Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta Serta Kaitannya dengan Faktor-Faktor Lingkungan (Disertasi). Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Odum, E.P. 1993., Dasar-dasar Ekologi: Alih Bahasa Samingan, T. Edisi ketiga. Universitas Gadjadara Press. Yogyakarta
- Payne. A. I. 1986. , The Ecology of Tropical Lakes and Rivers. John Wiley & Sons. Chichester. New York. Toronto. Brisbane. Singapore

- Sellers, B. H and H.R Markland. 1987. *Decaying Lakes : The Origin and Control of Eutrophication*. John Wiley and Sons. Singapore
- Sukimin, S. 1990. *Studi Struktural Komunitas di Perairan Bendungan Cirata. Jawa Barat dalam Laporan Penelitian Biologi Perairan Tropika oleh SEAMEO-BIOTROP*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bogor
- Suwignyo, P. 1996. *Ekosistem Perairan Pedalaman. Tipologi dan Permasalahan*. Bahan Kuliah Kursus Penyusunan Amdal XIX, PPSML-LPUI.
- Welch, E. B and T. Lindell. 1980. *Ecological Effect of Waste Water*. Cambridge Univ. Press.
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*. Sounders College Publishing Philadelphia.